



可持续发展教学单元

教师须知

本材料用于配套为期一周的小学探索课程，是“探索者的世界(Forscherwelt)”教育项目的一部分。

本教学单元的教学理念和教学计划的制定获得了德国波鸿鲁尔大学化学教学论 Katrin Sommer 教授（博士）的指导以及汉高的支持。材料所列实验适合于小学三或四年级的学生。

可持续发展教学单元

引言

小学生们将化身小小探索者，进入科研的世界，进行人生第一次科学实验。本教学单元所涉及的话题均来源于汉高开展的“真实”研究，在一定程度上体现了成人研究员开发新产品的流程。汉高始终重视可持续议题，为此特意设立了为期一周的暑期课程，并将其纳入 2012 科学年“地球项目：我们的未来”。

该暑期课程经汇编后纳入小学科学课的教学单元。

许多人，特别是儿童，并不清楚“可持续”的确切含义。这个词往往与环境问题联系在一起，但它实际涵盖的内容远不止于此。

根据世界可持续发展工商理事会的定义，汉高将“可持续”定义为：

人类能够在有限的地球资源下宜居生活。

对于孩子来说，以下的定义更容易理解：

可持续意味着：

“只利用地球再生能力范围内的水、木材和其他自然资源，就能让地球上的所有人宜居生活。”

在本教学单元中，我们希望让“可持续”变得切实可行。因此，我们将分四个话题向学生们介绍“可持续”，让大家能够相应地践行可持续发展。

我们还为每个话题制定了关键词：“可持续发展意味着……”

可持续发展教学单元四个话题：



可持续发展意味着：

..... 高效利用能源

..... 避免、分选和回收垃圾

..... 使用可再生原材料

..... 维护和保护我们的健康

教学单元

- 第 1 课 访问“探索者的世界”：通过短片、讨论和实验室规则进行主题介绍
- 第 2 课 节约能源
- 第 3 课 避免和回收垃圾
- 第 4 课 可再生原材料 1 – 以胶棒为例
- 第 5 课 可再生原材料 2 – 以胶棒为例
- 第 6 课 可再生原材料 3 – 以胶棒为例
- 第 7 课 保护我们的健康 1 – 以牙齿健康为例
- 第 8 课 保护我们的健康 2 – 以牙齿健康为例
- 第 9 课 保护我们的健康 3 – 以牙齿健康为例

第 1 课：主题介绍

在首次参观时，由那些接受过可持续发展大使培训的汉高员工向学生们初步介绍可持续主题。随后，播放短片，向孩子们介绍他们可以参与的日常环保举措。然后，为孩子们发放专门设计的涂色纸，让他们在上面涂色标出能产生环保效果的日常场景，比如省电或省水。



在课程的第二部分，老师将带领学生们了解实验室规则，并认识简单的实验设备。

第 2 课：省电 – 节约能源

在第一课中，学生们了解到，节约能源或电力有益于环境保护，但我们并没有讨论“能源”一词的实际含义。因此，第二课需要研究的就是能源问题。

大多数小学生都很熟悉“能源”一词，甚至可能知道一些日常用语或短语，如“太阳能”、“能耗”、“能量棒”和“消耗大量能源”等。多数学生还知道，能源消耗、温室气体/二氧化碳的排放与气候变化有着一定的联系，会把“节约能源”与“环境保护”联系起来。但“能源”究竟是什么呢？

生活中，人们常常将耗能等同于耗电，但能源有时也会指热能或动能。所以，从科学角度来看，“能源”一词经常含义模糊。因此，在课程开始时，我们将与学生们简单讨论插座的电来自哪里，以及电能与能源的关系，然后再进入省电/节约能源的主题。

▶ **发电需要用到能源。** 当我们从插座上“汲取”电力时，其他地方就需要消耗能源才能产生电力，例如说发电厂。请学生们列出他们所知道的发电厂类型（水电站、燃煤电厂、核电站、太阳能发电厂、风力涡轮机发电厂）。

发电厂将“能量来源”转化为电能。这里我们说的是太阳能/风电/水电。但并非每种能源都是无限供应，且没有任何缺点。

- ▶ 燃煤电厂和核电站并不是很环保，且存在风险。
- ▶ 传统能源（煤、天然气）生产会排放温室气体。
- ▶ 温室气体是气候变化的罪魁祸首。
- ▶ 节约用电意味着节约能源。
- ▶ 节约能源意味着减少温室气体排放。

用电会费钱 ▶ 省电意味着省钱。

过渡到课程第二部分：

在开始实验前，老师应让学生们想一想家里的电都用在了哪些方面？比如说用来做饭。怎样才能在这方面省电呢？

“比如说，皮娅的父亲声称，如果煮意面的时候盖上锅盖，水会沸腾得更快。这意味着在烧开水的时候，盖锅盖比不盖锅盖更能省电。” ▶ 这么说对吗？

▶ **待调查问题：**

在烧开水的时候，盖锅盖比不盖锅盖更能省电吗？

第一项任务

首先，给学生布置一个开放性任务，让他们思考如何利用现有的材料进行实验，以回答有待调查的问题：

什么实验可以验证皮娅父亲的说法？

每个研究小组都将获得以下实验材料：

- 1 升 (34 液量盎司) 水，装在量杯中
- 1 个大烧杯
- 1 个加热磁力搅拌器
- 铝箔
- 1 个秒表
- 1 个温度计
- 8 块沸石（放入待加热的水中）

与合作伙伴讨论如何与其他小组合作回答问题。

学生们将获得以下帮助性提示：

在比较某些事物的时候，研究人员通常会进行两个实验。这两个实验必须以相同的方式进行，唯一的区别就是有待研究的特定方面。

首先，学生们应该独立提出如何进行实验。可以让学生写下自己的想法，然后向班级其他同学介绍。老师一定要与学生讨论实验测量的内容，以及如何利用实验结果来回答有待调查的问题。

根据学生们自己制定的实验策略，进行讨论，老师可引导学生们形成两个小组。一组烧水时加盖子（铝箔），为实验组。另一组烧水时不加盖子，为对照组。

在讨论完基本实验方法后，学生们应浏览下一个工作表中详细的建议实验方案，并画出实验设置的计划草图。在实验过程中，学生应在工作表上记录水温达到 40°C

(104°F)、60°C (140°F)、80°C (176°F) 和 99°C (210°F) 分别需要多长时间。

比较加盖烧水和不加盖烧水所测得的数值，可看出加盖烧水所需的时间更短，电炉运行时间更短。这就节省了电能。

注意：为了能够比较测量结果，所有小组必须使用相同的设备。如果没有足够的材料，可以使用相同的仪器连续进行实验。

第 3 课：避免和回收垃圾

引导性课堂讨论：

向学生们提出问题：你能想到其他有助于可持续发展的生活场景吗？如果学生们没有自行提出“垃圾”这个话题，老师应提出适当的引导性问题。例如，可以让学生们想想自己当天有没有产生垃圾，产生了多少垃圾。也可以问他们，他们的家人是否进行垃圾分类，以及他们是否知道废纸是怎么处理的。

老师可以在黑板上展示层压板，说明实验步骤，进而解释完整的纸张循环，并列举循环的各个步骤。老师可以将纸张的工业循环和本次实验进行比较，重点介绍学生们可以在实验中复制的工业步骤。然后，学生们应按照工作表上的实验说明，每两人为一组进行实验。

各个实验小组所需的实验材料

- 15 克 (0.5 盎司) 纸板
- 用于量水的量杯
- 水
- 大尺寸的浅塑料碗
- 擀面杖
- 手持式搅拌器+高容器
- 防蝇网 (约 30 x 40 厘米/ 12 x 15 英寸) ，用作平筛
- 1 张厨房用纸或 1 件旧 T 恤

说明

1. 称出 15 克 (0.5 盎司) 的纸板。将纸板撕成拇指甲大小的碎片，并将碎纸片放入一个高容器中。
2. 用量筒量出 200 毫升 (7 液量盎司) 水，并将水加入装有纸片的高容器中。
3. 搅拌纸片和水的混合物，直到形成灰色纸浆。纸浆中不应存在大片纸片。
4. 将纸浆倒入一个浅盘中，加入 1 升 (液量盎司) 水。用手使劲搅拌纸片和水的混合物。
5. 用防蝇网作筛子：一人将防蝇网绷在水槽上，并固定好。另一个人把纸浆混合物倒在防蝇网上，沥去多余的水。等混合物停止滴水后，将装有纸浆的防蝇网平铺在桌面，在防蝇网上盖一块布，然后将防蝇网和布翻转 180 度。
6. 用擀面杖在防蝇网上碾压几遍。
7. 然后，将那块带有“纸”的布放到晾衣架上晾干。

第 4 课：可再生原材料 / 1

淀粉检测

接下来的三节课主要讨论可再生原材料，我们将利用学生熟知的胶棒讲述这一主题。胶棒可以用淀粉生产，而淀粉就是一种可再生的原材料。

在这节课开始时，老师应首先解释“原材料”和“可再生”在本课中的含义。老师应向学生们发放一份简短的事实性资料：

什么是原材料？

包括笔、纸、T 恤衫、玩具在内，几乎所有日常用品都是由各种原材料制作而成。例如，木材是制作家具或纸张的原材料，而棉花一般是制作 T 恤的原材料。塑料玩具是原油制成的，而原油也是另一种原材料。因此，原材料是指在一个或多个制造步骤中用来制造各种事物的物质。

可再生能源是什么意思？

植物生长速度相对较快，而且在重新种植后还会继续生长。因此，它们被称为“可再生原材料”。

原油可用于生产从汽油到塑料的诸多产品，但它却不可再生。地球上的原油一旦全部耗尽，就无法依靠简单的“种植”来恢复。因此，原油**不是**可再生原材料。这意味着我们应该注意原油的使用效率。

在简要介绍完可再生原材料之后，老师可以将淀粉作为胶棒的原材料介绍给学生们。但是，淀粉从何而来？来自哪些植物？我们怎样才能判断哪些植物含有淀粉？为了回答这个问题，在第 4 课中，学生们首先需要学习用碘和碘化钾溶液（鲁式碘液）检测淀粉的方法。这类检测方法是探索者的世界工具包的一部分，也是学生们需要学习的内容。

学生们应从含有玉米淀粉的有效空白样品开始实验。

下一步，老师可向学生们介绍各种不同的可能含有淀粉的食物，如土豆、黄瓜、牛奶、碎米粒或玉米粒。

在开始实验之前，学生们应首先想一想，哪些食物可能含有淀粉，然后用刚刚学到的检测方法验证自己的猜想，并记录检验结果。

在课堂上使用鲁式碘液之前，老师需先了解与自己相关的安全操作规则和相关法律规定。例如，[此处](#)。

每对学生所需的实验材料

- 鲁式碘液（碘/碘化钾溶液）
- 一次性移液器
- 数个试管或小玻璃容器，用于将待测物质与鲁式碘液充分混合
- 玉米淀粉和精制细砂糖，用于空白样品
- 淀粉类食物，比如土豆、浸泡过的米粒和罐装玉米粒
- 非淀粉类食物，比如黄瓜

为了检测样品是否含有淀粉，可在试管中加入粉末样品与少量水，然后加入几滴鲁式碘液。如果存在淀粉，粉末样品会变成深蓝色/紫色或黑色。

如果是使用土豆、黄瓜或米粒进行实验，建议老师事先请学生将食物磨碎或压碎，然后将鲁式碘液直接滴在食物上。

第 5 课：可再生原材料 / 2

从食物中获取淀粉

学生们找出淀粉类原料（土豆或玉米）之后，即可进入下一步实验：学习如何从原料中分离出淀粉。实验以两名学生为一组。

在课程开始时，老师可以与学生讨论如何从食物中获取淀粉。淀粉类食物在水中浸泡几小时之后，水会变得浑浊，老师可将该观察结果作为开展实验的良好起点。这种现象在浸泡大米时特别明显。浑浊意味着有些物质已经从食物中“迁移”到水中。老师可以事先准备一个样本，来帮助说明这种现象。

当学生认识到可以用水从食物中获取淀粉之后，正式实验就可以开始了（工作表 7）：

每对学生所需的实验材料

- 3-6 个土豆，根据大小而定
- 或 150 克（5 盎司）玉米粉
- 一条旧洗碗巾
- 2 个中等尺寸的塑料碗
- 蔬菜擦板
- 1 个瓷盘或耐热结晶皿
- 量杯
- 水

说明

1. 选择一种食物（3-6 个土豆或 150 克（5 盎司）玉米面），必要时磨碎（放入一个塑料碗中）。
2. 将磨碎的食物放入塑料碗中，再加入 300 毫升（10 液量盎司）的水，并用玻璃棒搅拌。
3. 用洗碗巾盖住第二个塑料碗，倒入混合物，挤出水（汁液）。将挤出的汁液收集在碗里，等待碗底出现一些沉淀物。
4. 将剩余的混合物倒回第一个碗中，重复第二步和第三步，但只使用 200 毫升（7 液量盎司）的水。等待 5 分钟，然后小心地过滤去汁液。碗底留下白色残留物。
5. 将残留物倒在盘子上，并将盘子放入 180°C（350°F）的烤箱中加热 20 分钟。

干燥之后，盘子里会留下一种坚硬的白色物质，也就是淀粉。

第 6 课：可再生原材料 /3

利用淀粉制作胶水

在上一节课上，学生们已经学会了如何从土豆中获取淀粉；而在本课中，他们将学习简易版粘合剂的配方和制作方法。作为介绍，学生们将观看一部电视短片，了解百特胶棒的制作过程。学生们将从短片中了解到百特胶棒含有两种关键成分，即淀粉和肥皂，还了解到制作时必须将水分很多的原材料混合物加热到 70°C 以上（158°F）。

为了生产出与胶棒最相似的粘合剂，在执行该任务（工作表 8）的过程中，孩子们需要系统性地修改基本配方，确定所需原材料的准确数量。这可以让学生们深入了解研究人员的系统性工作方式。

每对学生所需的实验材料

- 10g (1 汤匙) 玉米淀粉
- 10 克 (1 汤匙) 肥皂粉，或一块肥皂，建议选用无香型
- 水
- 量缸
- 温度计
- 烧杯（约 150 毫升/5 液量盎司容量）或其他适合加热的容器
- 电炉
- 玻璃棒
- 蔬菜擦板

说明

1. 用蔬菜擦板将一块肥皂刨成碎末，直到获得足够的肥皂末。
2. 取 1 个 (150 毫升或 5 盎司容量) 的烧杯，将 1 克 (1/4 茶匙) 肥皂末溶解在 14 毫升 (1 汤匙) 水中，尽量彻底溶解；该步骤会产生泡沫。
3. 在泡沫混合物中加入 4 克 (1 茶匙) 淀粉，用玻璃棒搅拌均匀。
4. 将混合物放在电炉上加热至约 75°C (167°F) ， 间或用玻璃棒搅拌。
5. 分别用 2 克 (1/2 茶匙) 、 3 克 (3/4 茶匙) 和 4 克 (1 茶匙) 肥皂重复步骤 1 至步骤 4。

第 7 课：保护我们的健康 / 1

最后三节课所涵盖的话题与可持续没有明显联系：健康防护。课堂开始时，老师应先让学生们讨论可持续为什么也包括健康防护，然后再举出牙齿健康的例子。牙齿健康是一个学生们自己也能参与进来，保护健康的领域，因此他们能以可持续的方式进行防护。

初步结论： 可持续还包括健康防护。▶ 良好的牙齿卫生可以保护我们的健康，因为蛀牙可能会引发其他疾病。▶ 更重要的是：健康的牙齿很有吸引力。☺ ▶ 牙齿卫生可以保护你的健康，赋予你灿烂的笑容！

然后，我们来详细研究蛀牙的原因。学生们对蛀牙往往存在误解，大多数孩子都认为糖是蛀牙的直接原因。然而，严格来说，事实并非如此。

老师应向学生们解释，细菌会“吃掉”并消化糖，然后产生一种新物质：乳酸。这就是所谓的“新陈代谢”。人类也是如此：吃下食物，消化食物，然后排出人体无法吸收的残渣。虽然这些细菌肉眼不可见，但我们可以用指示片对细菌所在的位置（牙菌斑）进行染色。（该处可进行演示）。

口腔中的细菌被称为“乳酸菌”，这个名字来自它们产生的物质。口腔细菌产生的乳酸会损害牙齿并导致蛀牙。

什么是酸？

前几个实验主要从各种自然现象来研究什么是酸。老师应向学生们介绍试纸/条，让他们使用试纸/条来测试液体是否为酸性。老师讲到此处时，应当故意忽略酸和碱的概念。

学生们的任务是使用试纸/条来研究以下液体：自来水、食醋、柠檬汁、柠檬水和乳酸。在这个实验中，每个小组都需要一套试管和试纸/条，最好是简单试纸。随后老师应在黑板上整理出实验结果。

第 8 课：保护我们的健康 / 2

在上一课中，学生们学会了如何检测酸的存在。课程的下一步是更严密地研究酸对含钙物质的影响——因为牙齿也含有酸溶性钙化合物。课程开始时，老师可首先解释“钙”的定义。比如说，钙存在于石灰（石灰石）和许多其他物质之中。为了便于说明，老师可向学生们展示一些含钙物体：大理石、粉笔、蛋壳。

以下实验将使用蛋壳作为牙齿的模型物质。因此，在引导性讨论中，老师应解释“模型物质”一词的含义。如果在研究中无法对实际研究对象进行实验，则用替代品进行实验，这种用作替代品的物质或材料就是“模型物质”。老师可将该概念与当前实验背景相联系：在之后的实验里，你无法拔掉自己的牙齿，放进试管里观察。

学生们要研究的问题如下：

酸对蛋壳有什么影响？

每对学生所需的实验材料

- 几块蛋壳
- 约 100 毫升 (3.5 液量盎司) 食醋
- 试管
- 尽可能精确的天平

说明

1. 为蛋壳称重，并记下其重量。
2. 在烧杯中加入一片蛋壳，然后倒入足量的食醋，直到蛋壳完全浸入醋中。等待 15 分钟。
3. 取出蛋壳，再次称重。
4. 计算蛋壳首次称重和第二次称重的重量差。提示：计算重量差值时，需要用一个小数字减去另一个数字。
5. 记录酸对蛋壳的影响

我们还会用到一台简单的数字显微镜，该显微镜可以用 USB 线与电脑连接。显微镜可用于生成高度放大的蛋壳图像，以显示蛋壳在放入醋之前和之后的变化。

第 9 课：保护我们的健康 / 3

学生们已经认识到，酸会侵蚀含钙的蛋壳。在课堂讨论中，老师应该将模型实验的结果与酸对含钙牙齿的影响联系起来。模型实验表明，酸会侵蚀牙齿，导致蛀牙（龋齿）。

学生们都知道定期用牙膏清洁牙齿可以预防蛀牙。但牙膏究竟是如何起到预防作用的呢？

牙膏含有两种有益于保护牙齿的重要成分：第一种是氟化物，可以抑制蛀牙；另一种是研磨颗粒，可以帮助牙刷清除牙齿上的食物残渣和牙菌斑，进而阻断细菌的“食物来源”。在本课中，学生们将分别对这两种成分进行实验。

第一个要研究的问题：

如何证明牙膏可以保护牙齿不受酸的侵蚀？

在分发实验说明之前，可由学生们自行建议该如何回答该问题。

每对学生所需的实验材料

- 1 个鸡蛋
- 牙膏
- 烧杯/容器，用于盛放鸡蛋
- 食醋

说明

1. 在鸡蛋中间画一条线，将鸡蛋分成两部分。
2. 在鸡蛋的一侧涂上牙膏。
3. 在烧杯中倒入约 100 毫升（3.5 液量盎司）醋，然后将鸡蛋放入醋中。
4. 你观察到了什么？记录观察结果：

第二个要调查的问题：

牙膏中的哪些物质有助于去除牙齿上的食物和牙菌斑？为了回答这个问题，测试一下是否可以用牙膏、食盐、石灰或洗涤剂清洁硬币。

每组四人所需实验材料

- 4 个硬币
- 薄抹布
- 牙膏
- 洗涤剂
- 食盐
- 石灰（碳酸钙）

说明

实验每四人为一组。每个学生都将获得不同的“清洁剂”。

在湿抹布上倒上少量的清洁剂，然后用抹布擦拭硬币，擦拭 10 分钟。

将你的硬币与小组其他人清洗过的硬币进行比较。

含有研磨材料的清洁剂清洁效果最好。